

## 4. Cimentaciones

Requisitos mínimos:

a) Hacer un apique de mínimo 2 metros de profundidad para observar la calidad del suelo.

b) Consultar con constructores vecinos sobre el comportamiento de lo cimentado en dicho suelo.

c) Localizar los ejes de muros cargueros y muros transversales y comenzar la excavación de las vigas de fundación y el ancho de acuerdo con el número de pisos.

d) Quitar toda vegetación, tierra negra, basuras, escombros y tierra suelta, etc.

e) Si se encuentra agua, cañadas antiguas tapadas con tierra o el suelo es muy blando, consultar con un ingeniero de suelos.

f) Asegurarse de que el fondo de la zanja quede mínimo 50 cm por debajo del terreno destapado.

g) Llenar con cascajo, piedra, gravilla o concreto ciclópeo hasta el nivel donde va a apoyar la viga. Al empezar el lleno asegurarse de que el fondo de la zanja no se haya deteriorado (por lluvia o derrumbes).

h) Armar las canastas que servirán de refuerzo a las vigas:

Refuerzo longitudinal:

Construcciones de un piso: 4 varillas de 3/8" ó 10 mm

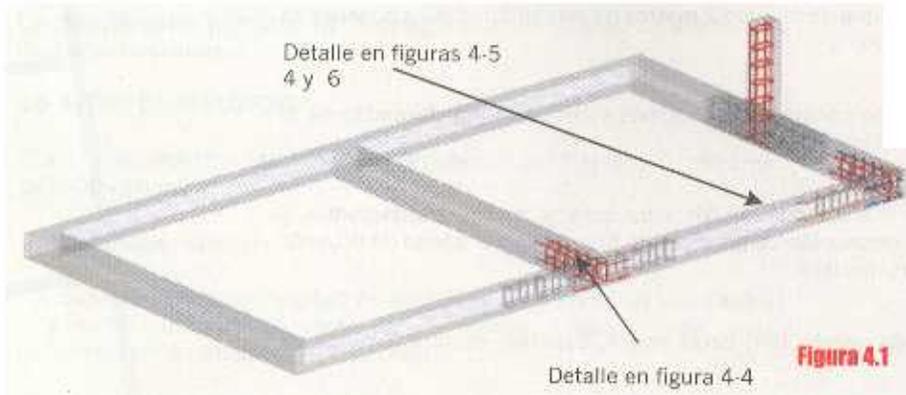
Construcciones de dos pisos: 4 varillas de 1/2" ó 12 mm

Refuerzo transversal :

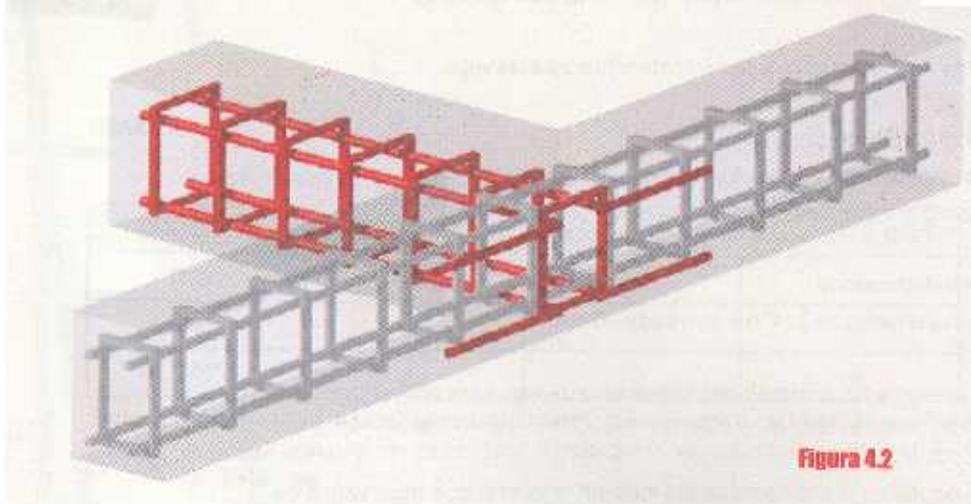
Estribos cerrados de 1/4" ó 6 mm cada 20 cm.

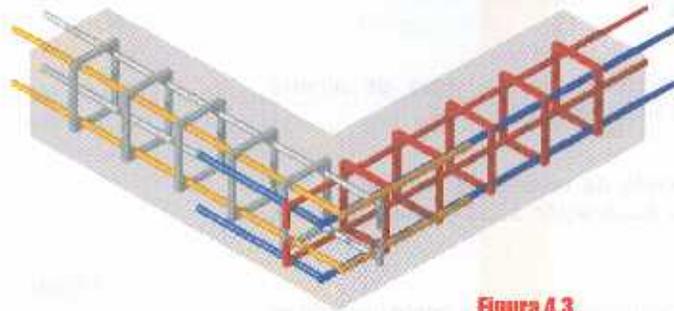
Tener presente las dimensiones mínimas de la viga para apoyar tanto los muros cargueros como los transversales, de acuerdo con la Tabla 4.1

Las vigas deben ir a lo largo de los ejes sin importar que haya vanos de puertas. Si estos vanos son de más de 1.50 m en los ejes de los muros cargueros, se deberá consultar el refuerzo apropiado para estos casos.

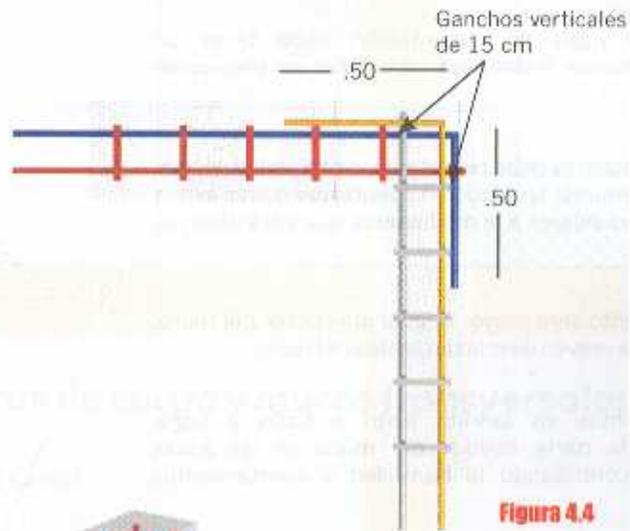


Vigas de fundación formando  
recuadros completos

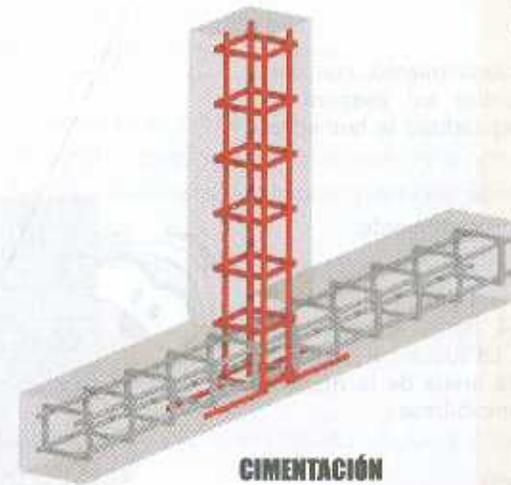




**Figura 4.3**



**Figura 4.4**



Anclaje de refuerzo de columnas en la cimentación

**Figura 4.5**

i) Las vigas deben quedar al mismo nivel, de modo que se conformen recuadros completos. (Ver figura 4.1)

j) Los refuerzos en las intersecciones de las vigas de amarre deberán colocarse como se ilustra en las figuras 4.2 a 4.4

k) Fundir las vigas con un concreto de resistencia mínima de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Se sugiere emplear una dosificación 1:2:3 (Cemento: Arena: Gravilla)

l) El refuerzo de las columnas debe quedar suficientemente anclado en las vigas de cimentación. (Ver figura 4.5)

m) El refuerzo de las vigas de cimentación debe tener un recubrimiento libre mínimo de 7 cm para garantizar su protección contra la corrosión.

n) En las fundaciones medianeras debe respetarse la propiedad vecina, colocando los cimientos y muros; teniendo en cuenta que deben existir vigas de fundación, perpendiculares a la medianería, que garanticen su estabilidad.

o) El ancho del sobrecimiento será mayor o igual al espesor del muro, nunca inferior, porque así se prevén desplazamientos del muro

p) Construya sobrecimientos en ladrillo tizón o tizón y sogá, porque así logra aislar la parte inferior del muro de las zonas adyacentes del terreno, controlando la humedad y asentamientos futuros.

q) Prepare el mortero de pega y revoque el sobrecimiento, con una dosificación 1:3 mas impermeabilizante, porque así asegura la integridad del sobrecimiento y evita que por capilaridad la humedad suba a los muros.

Para impermeabilizar puede utilizar el siguiente procedimiento:

En una caneca de 55 galones con agua, adicione 4 jabones "Rey azul" raspados o desmenuzados, por lo menos 24 horas antes de su utilización. Revolver bien antes de sacar el agua. La sustancia jabonosa de color blanco se mezcla con el cemento y la arena de la manera tradicional y así podrá obtener un revoque impermeabilizado.

r) Las instalaciones hidrosanitarias deben colocarse

preferiblemente por encima de las vigas de cimentación, debe evitarse al máximo el tener que atravesar las vigas.

s) La placa de contrapiso que configura el acabado de piso, se debe vaciar contra los muros estructurales, sobre un relleno compactado de material seleccionado (recebo).

**TABLA 4.1**

Dimensiones mínimas para elementos de cimentación en concreto

CONDICIÓN DE APOYO	CONSTRUCCIONES DE UN PISO		CONSTRUCCIONES DE DOS PISOS	
	b	h	b	h
Suelo natural	25 cm	20 cm	30 cm	30 cm
Plataforma de suelo mejorado (cimientos formateados)	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm

## 5. Muros de carga y muros transversales

### MUROS DE CARGA

Son muros de mampostería que:

- Soportan su propio peso.
- Soportan la carga vertical del entrepiso y la cubierta.
- Resisten las fuerzas sísmicas horizontales, paralelas a su plano.

Espesor mínimo de muros, de acuerdo con la Tabla 5.1

- Distancia máxima libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro.
- Distancia máxima libre horizontal no puede exceder 35 veces el

espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración.

- Utilice en la construcción de la vivienda muros en soga, porque los muros en tizón son más costosos y en pandereta su resistencia a las cargas verticales es menor.

### MUROS TRANSVERSALES

Son muros de mampostería que:

- Soportan su propio peso
- Cuando se traban con los cargueros, les suministran apoyo transversal.
- Resisten las fuerzas sísmicas horizontales paralelas a su plano.
- Sirven de cerramiento o división.
- Espesor mínimo: 10 cm
- Distancia máxima libre entre apoyos: 35 veces el espesor del muro.

### MUROS DIVISORIOS

Los muros divisorios son muros de mampostería que no llevan más carga que su propio peso, no cumplen ninguna función estructural para

**TABLA 5.1**

Espesores mínimos nominales para muros estructurales (cm)

ZONA AMENAZA SISMICA	NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCIÓN		
	UN PISO	DOS PISOS	
		PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL
ALTA	11	11 cm	10
INTERMEDIA	10	11 cm	9.5
BAJA	9.5	11 cm	9.5

Para estos espesores no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

cargas verticales u horizontales y por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto.

Deben estar debidamente amarrados al diafragma en su parte superior.

## 6. Muros confinados:

(Ver figura 6.1)

- a) Son muros de mampostería enmarcados por vigas y columnas de amarre
- b) Los muros confinados deben ser muros de carga o muros transversales.
- c) La longitud de muros confinados debe ser similar en cada dirección principal.
- d) Para seleccionar los muros confinados se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:
  - Distribución simétrica en planta.



Figura 6.1

- Continuidad vertical desde la cimentación.
- Colocación cerca de la periferia.
- La longitud de muros confinados en un mismo plano no debe ser mayor que la mitad de la longitud de muros confinados en esa dirección.
- No debe tener menos de un metro de longitud.
- No debe tener ninguna abertura entre columnas de confinamiento
- Al contabilizar su longitud se deben descontar los vacíos de puertas y ventanas.
- Se debe considerar únicamente la mitad de la longitud del muro medianero para cada construcción.

e) La longitud mínima necesaria de muros confinados en cada dirección se calcula de acuerdo con la Tabla 6.1, empleando el siguiente procedimiento.

- Para viviendas de un piso, se ingresa a la Tabla 6.1 con el área de la cubierta y el espesor del muro y se lee la longitud mínima requerida de muros confinados para cada dirección.

- Para viviendas de dos pisos, con el área de la cubierta y el espesor del muro, se ingresa a la Tabla 6.1 y se lee la longitud mínima requerida de muros confinados para cada dirección, en el segundo piso.

- Para viviendas de dos pisos, con el área de la losa de entrepiso, sumada a la de la cubierta, se ingresa a la Tabla 6.1 y se lee la longitud mínima requerida de muros confinados para cada dirección, en el primer piso, según el espesor del muro a utilizar

## **7. Aberturas en muros confinados**

Las aberturas en los muros confinados de carga y/o transversales, deben cumplir los siguientes requisitos (Ver figuras 7.1 y 7.2)

a) Área total de aberturas:

El área total de aberturas debe ser menor del 35% del área del muro. (Ver figura 7.3)

**TABLA 6.1**

Longitud mínima de muros confinados en cada dirección (m)  
 Zona de amenaza sísmica : Alta (Eje Cafetero)

AREA (m <sup>2</sup> )	Espesor del muro a utilizar			
	10 cm	12 cm	14 cm	19 cm
40	8.4	7.0	6.0	4.4
45	9.5	7.9	6.8	5.0
50	10.5	8.8	7.5	5.5
55	11.6	9.6	8.3	6.1
60	12.6	10.5	9.0	6.6
65	13.7	11.4	9.8	7.2
70	14.7	12.3	10.5	7.7
75	15.8	13.1	11.3	8.3
80	16.8	14.0	12.0	8.8
85	17.9	14.9	12.8	9.4
90	18.9	15.8	13.5	9.9
95	20.0	16.6	14.3	10.5
100	21.0	17.5	15.0	11.1
105	22.1	18.4	15.8	11.6
110	23.1	19.3	16.5	12.2
115	24.2	20.1	17.3	12.7
120	25.2	21.0	18.0	13.3
125	26.3	21.9	18.8	13.8
130	27.3	22.8	19.5	14.4
135	28.4	23.6	20.3	14.9
140	29.4	24.5	21.0	15.5
150	31.5	26.3	22.5	16.6
160	33.6	28.0	24.0	17.7
170	35.7	29.8	25.5	18.8
180	37.8	31.5	27.0	19.9
190	39.9	33.3	28.5	21.0
200	42.0	35.0	30.0	22.1

**AREA:** Area en metros cuadrados  
**ESPESOR:** Espesor del muro en centímetros

b) Longitud horizontal de aberturas:

La longitud total debe ser menor de la mitad de la distancia entre amarres. (Ver figura 7.4)

c) Distancia al borde del muro:

La distancia horizontal entre el borde de cada abertura y la esquina del muro, debe ser mayor que la cuarta parte de la abertura y no menor de 50 cm (Ver figura 7.5)

d) Separación horizontal:

La separación horizontal entre aberturas debe ser mayor que la mitad de la menor altura de aberturas y no menor de 50 cm. (Ver figura 7.6)



e) Separación vertical:

La separación vertical entre aberturas debe ser mayor que la mitad del ancho de la abertura y no menor de 50 cm.

El muro que cumpla los anteriores requisitos se puede contabilizar en una longitud equivalente a la longitud real del muro, luego de descontados los vacíos y dividida por 1.5.

Cuando no se cumplan los anteriores requisitos deberán rodearse las aberturas con columnas y vigas de amarre. En este caso las columnas se deben anclar en el diafragma inferior y en el superior. (Ver figuras 7.1 y 7.2)

## 8. Columnas de amarre o confinamiento

Las columnas de amarre son elementos verticales reforzados que confinan los muros de la edificación.

- Área mínima: 200 cm<sup>2</sup>
- Dimensión mínima: el ancho del muro
- Refuerzo mínimo:

Longitudinal : 4 varillas de 3/8" ó 10 mm ó  
3 varillas de 1/2" ó 12 mm

Transversal : Estribos cerrados 1/4" ó 6 mm cada 20 cm

Los primeros seis estribos se deben espaciar a 10 cm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre. (Arriba y abajo).

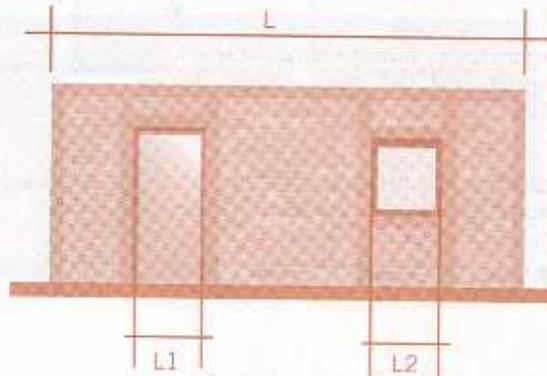
Las columnas de amarre pueden ser construidas en:

a) Concreto reforzado fundidas después de levantado el muro.  
(Ver figuras 8.1 y 8.2)

b) Bloque de perforación vertical con las celdas inyectadas con mortero, máximo dos varillas de refuerzo por celda, y estribos cada 20 cm, en la junta horizontal

Las columnas de amarre deben existir: (Ver figuras 8.3, 8.4 y 8.5)

**LONGITUD HORIZONTAL AERTURAS.**  
**MUROS PORTANTES CONDICIONES A CUMPLIR.**

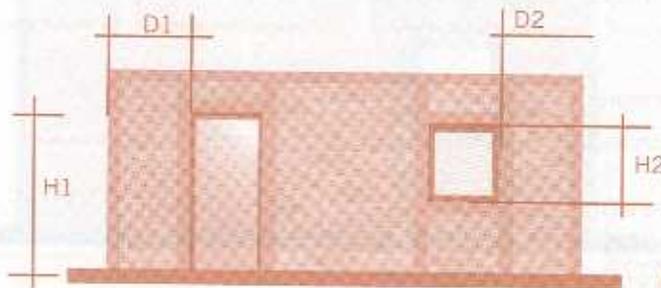


$$(L1+L2) < L/2$$

**Figura 7.4**

8.7. columnas de concreto o muros de concreto

**DISTANCIA AL BORDE DEL MURO**  
**MUROS PORTANTES CONDICIONES A CUMPLIR.**

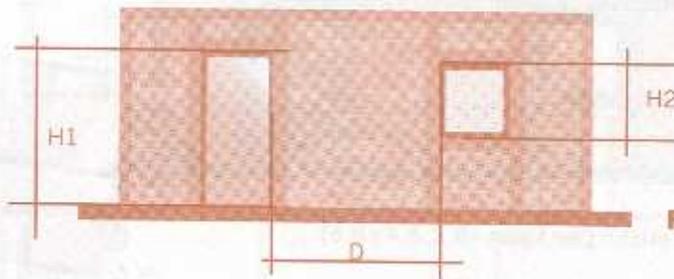


**Figura 7.5**

$$D1 > H1/4 \quad D2 > H2/4$$

$$D1 > 50 \text{ cm} \quad D2 > 50 \text{ cm}$$

**SEPARACION DE AERTURAS**  
**MUROS PORTANTES CONDICIONES A CUMPLIR.**



$$H2 < H1$$

$$D > H2/2$$

$$D > 50 \text{ cm}$$

**Figura 7.6**

- En los extremos de los muros confinados.
- En la intersección con otros muros estructurales.
- En puntos intermedios del muro para no exceder la distancia máxima de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales (diafragmas) o 4 metros.

Las columnas de amarre deben estar ancladas:

- La columna debe ir de la viga inferior a la viga superior y el refuerzo debe estar anclado en ambas.
- El refuerzo de la columna debe tener continuidad de un piso al siguiente.

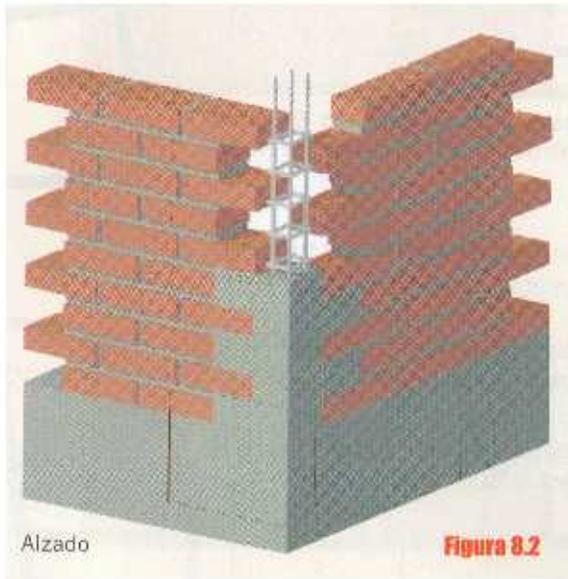
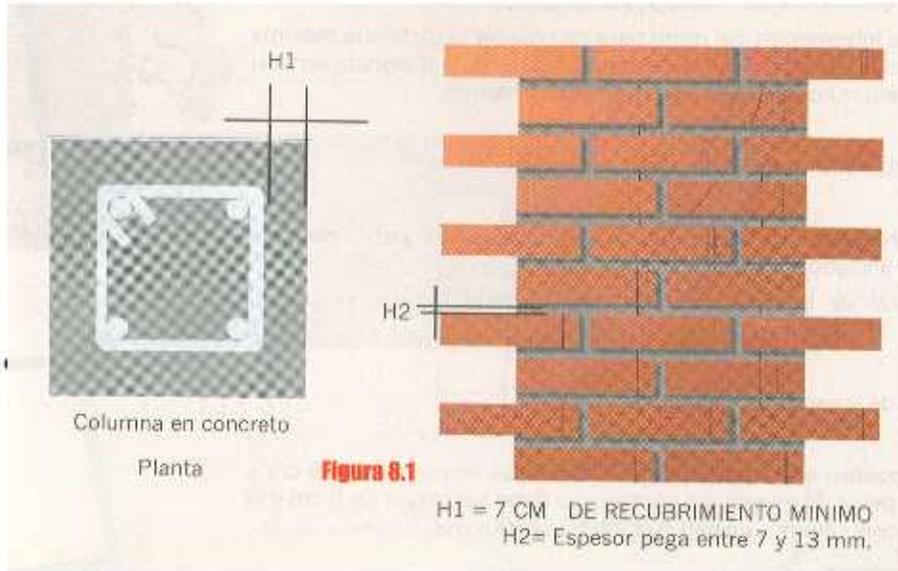
Columnas de amarre con enchapés:

- Solo se pueden enchapar columnas colocadas en muros de 15 cm o más de espesor. El grueso del enchape no debe ser mayor de 5 cm y el área neta de la columna no debe ser inferior a 200 cm<sup>2</sup>.

## 9. Losas de entrepiso

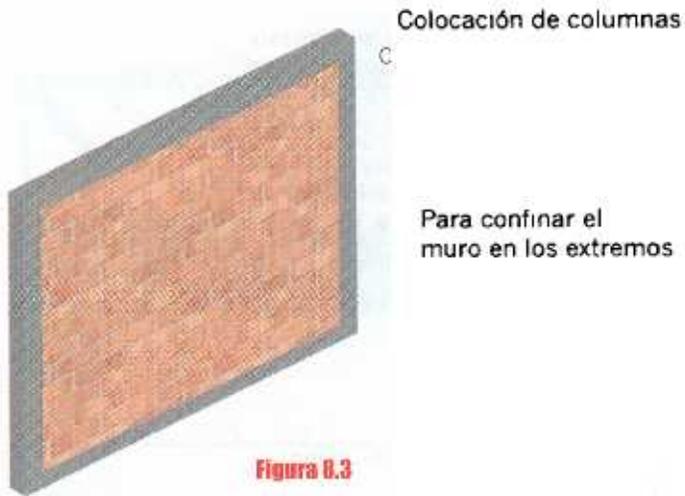
Debe cumplir las siguientes condiciones:

- a) Ser diseñada para las cargas establecidas en el Título B de las Normas Colombianas de diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98)
- b) Poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma.
- c) Si se utilizan elementos prefabricados, éstos deben tener anclaje que los unan entre sí, y con las vigas de amarre de los muros.
- d) Si se utiliza el vaciado en sitio debe tenerse especial cuidado en la colocación y recubrimiento del refuerzo, longitudes de anclaje y de traslape.

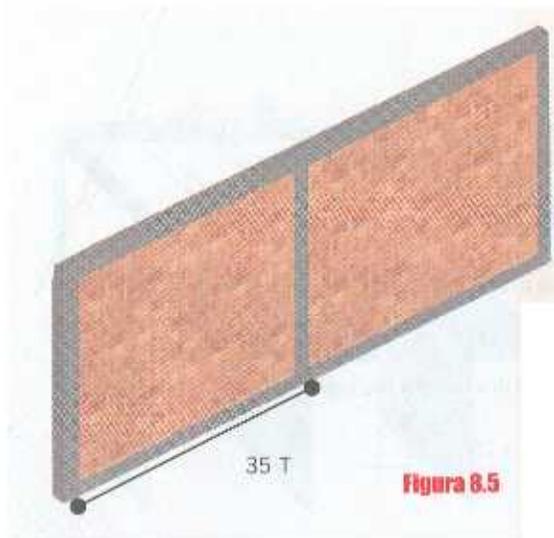
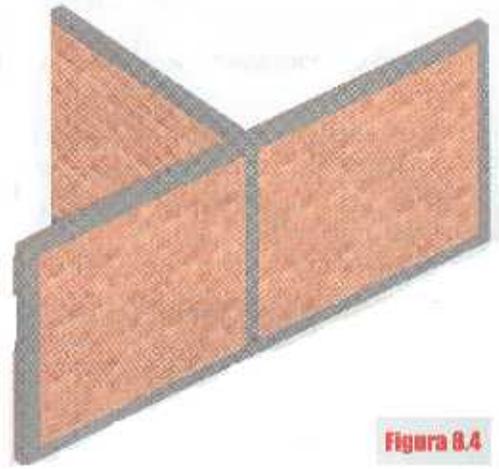


COLUMNA DE CONFINAMIENTO  
MUROS PORTANTES

**COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**



En la intersección de muros no trabajados



Para cumplir la distancia entre apoyos

$T =$  Espesor muro

**COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**

e) El espesor mínimo de vigas o losas en una dirección en concreto reforzado, a menos que se calculen deflexiones, será el especificado en las figuras 9.1, 9.2 y 9.3

f) Las vigas de amarre de los muros de carga y transversales, a nivel de entrepiso, que tengan el mismo espesor de la placa, pueden quedar embebidas dentro de ella. En el caso de vigas profundas, los niveles superiores de la viga y de la placa deben coincidir.

## 10. Vigas de amarre

- Son anillos cerrados que conforman diafragmas rígidos en su plano.

- Sirven para amarrar entre sí los diferentes muros y obligarlos a trabajar como un conjunto.

- Deben construirse:

a) En la cimentación

b) A nivel de entrepiso y pueden dejarse embebidos en la losa.

c) A nivel del enrase de la cubierta.

- Características de las Vigas de Amarre:

a) Ancho: mínimo igual al ancho del muro, pero si éste es de 15 cm o más, puede descontarse una tercera parte para enchape.

b) Separación vertical . Máximo 25 espesores de muros cargueros  
(Ver figura 10.1)

c) Refuerzo mínimo:

4 varillas de 3/8" ó 10 mm longitudinalmente.

Flejes de 1/4" ó 6 mm espaciados a 10 cm en los primeros 50 cm a cada lado de la columna de confinamiento y espaciados a 20 cm en el resto de la viga. (Ver figura 10.2)

d) El refuerzo longitudinal debe anclarse en los cruces de vigas como se indica en las figuras 10.2 y 10.3

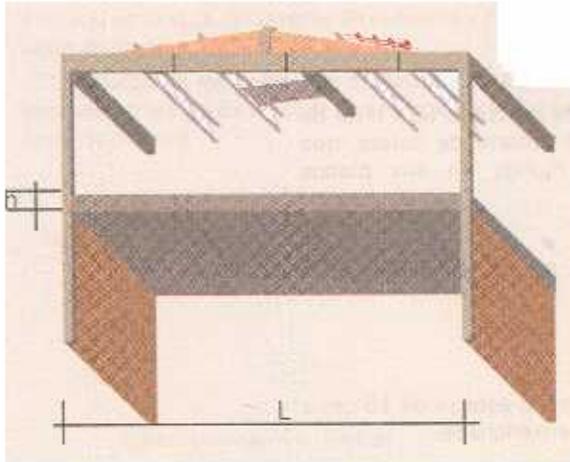
e) Cuando la viga sea un dintel debe calcularse para las cargas verticales que reciba.

f) Deben fundirse sobre el muro ya construido.

g) Si el entrepiso utiliza prefabricados, éstos deben anclarse a las vigas de amarre.

h) El área transversal de la viga no puede ser inferior a 150 cm<sup>2</sup>

(Ver figura 10.4)



ESPESOR LOSA DE ENTREPISO  
 Simplemente apoyada

Placa maciza  $h = L/14$

Viga ó losa nervada  $= L/11$

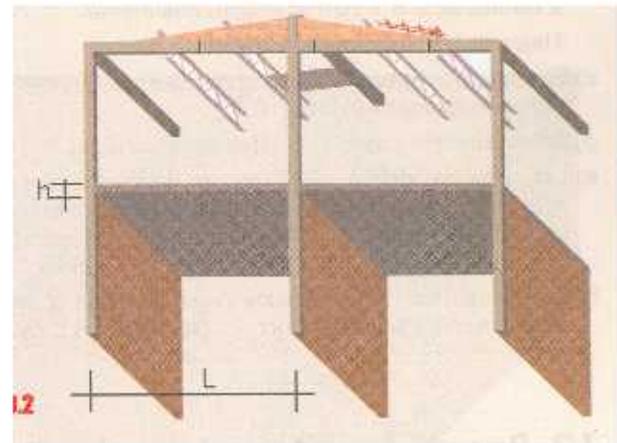
**Figura 9.1**

ESPESOR LOSA DE ENTREPISO  
 Extremo continuo

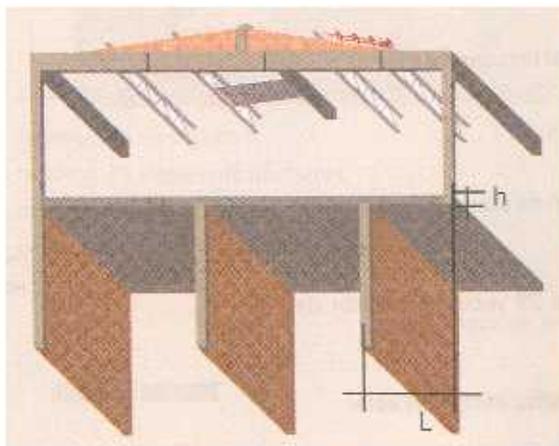
Placa maciza  $h = L/16$

Viga ó losa nervada

$h = L/12$



**Figura 9.2**



ESPESOR LOSA DE ENTREPISO  
 voladizo

Placa maciza  $h = L/7$

Viga ó losa nervada  $= L/5$

**Figura 9.3**

**LOSAS DE ENTREPISO**